



Effizienzbewertung des biologischen Prozesses

Vorstellung der Methoden und Darstellung der Kernergebnisse

Benedikt Hülsemann

Weitere am Projekt beteiligte Mitarbeiter:

Dr. Hans Oechsner

Lijun Zhou

Dr. Hans-Joachim Nägele

Jacqueline Kindermann

Einleitung - Methoden

Brennwert kann anaerobe Abbaubarkeit nicht richtig abbilden

- andere Kennwerte für Effizienzbestimmung
- Organische Trockensubstanz
- Methanpotentiale aus Biogasertragstest
- Fermentierbaren organische Trockensubstanz (FoTS)



Trocknung bei 105 °C
(DIN 12880)



Veraschung bei 550 °C
(DIN 12880/12879)



oTS



**Methanpotentiale
Biogasertragstest
(VDI 4630)**



**Abbaubarkeit
oTS**



FoTS

Methoden – oTS-Abbaugrad

Monatliche Probennahme

- Substrat
- Gärrest
- oTS-Bestimmung

Betriebsdaten

- Einträge Fütterungstagebuch



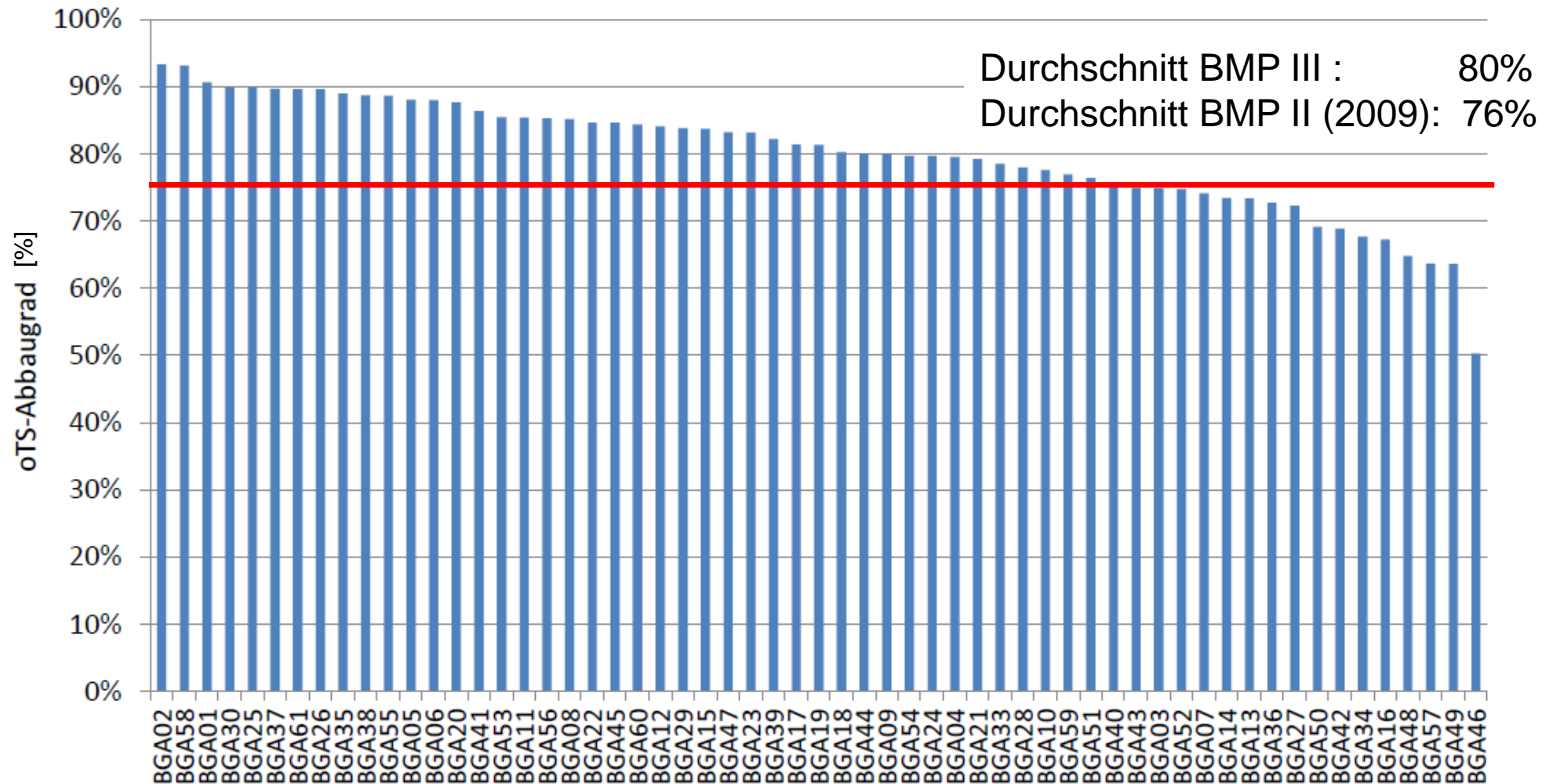
oTS-Substrat

oTS-Gärrest

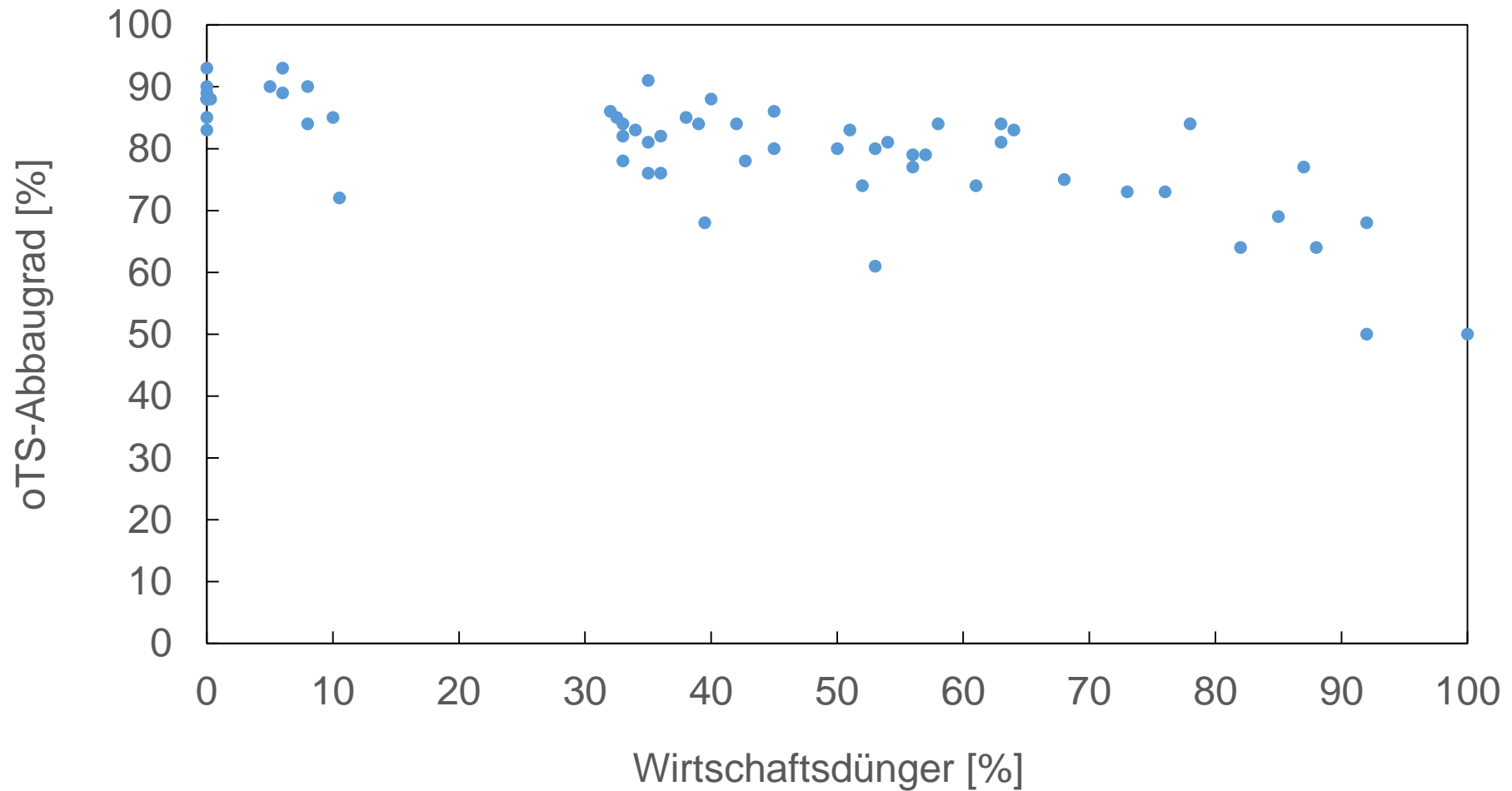
$$Abbaugrad_{oTS} = \frac{\sum_{sub\ i} \sum_{j=1}^{12} m_{sub,i,j} \cdot TS_{sub,i,j} \cdot oTS_{sub,i,j} - \sum_{dig\ g} \sum_{j=1}^{12} m_{dig,g,j} \cdot TS_{dig,g,j} \cdot oTS_{dig,g,j}}{\sum_{sub\ i} \sum_{j=1}^{12} m_{sub,i,j} \cdot TS_{i,j} \cdot oTS_{i,j}}$$

oTS-Substrat

Ergebnisse – oTS-Abbaugrad



Ergebnisse – oTS-Abbaugrad



Methoden – rel. Restmethanpotential (37 °C, 60 Tage)

Monatliche Probennahme

- Gärrest
- oTS-Bestimmung
- Methanpotential Biogasertragstest

Annahme: zus. Vergärung 37 °C, 60 Tage

Betriebsdaten

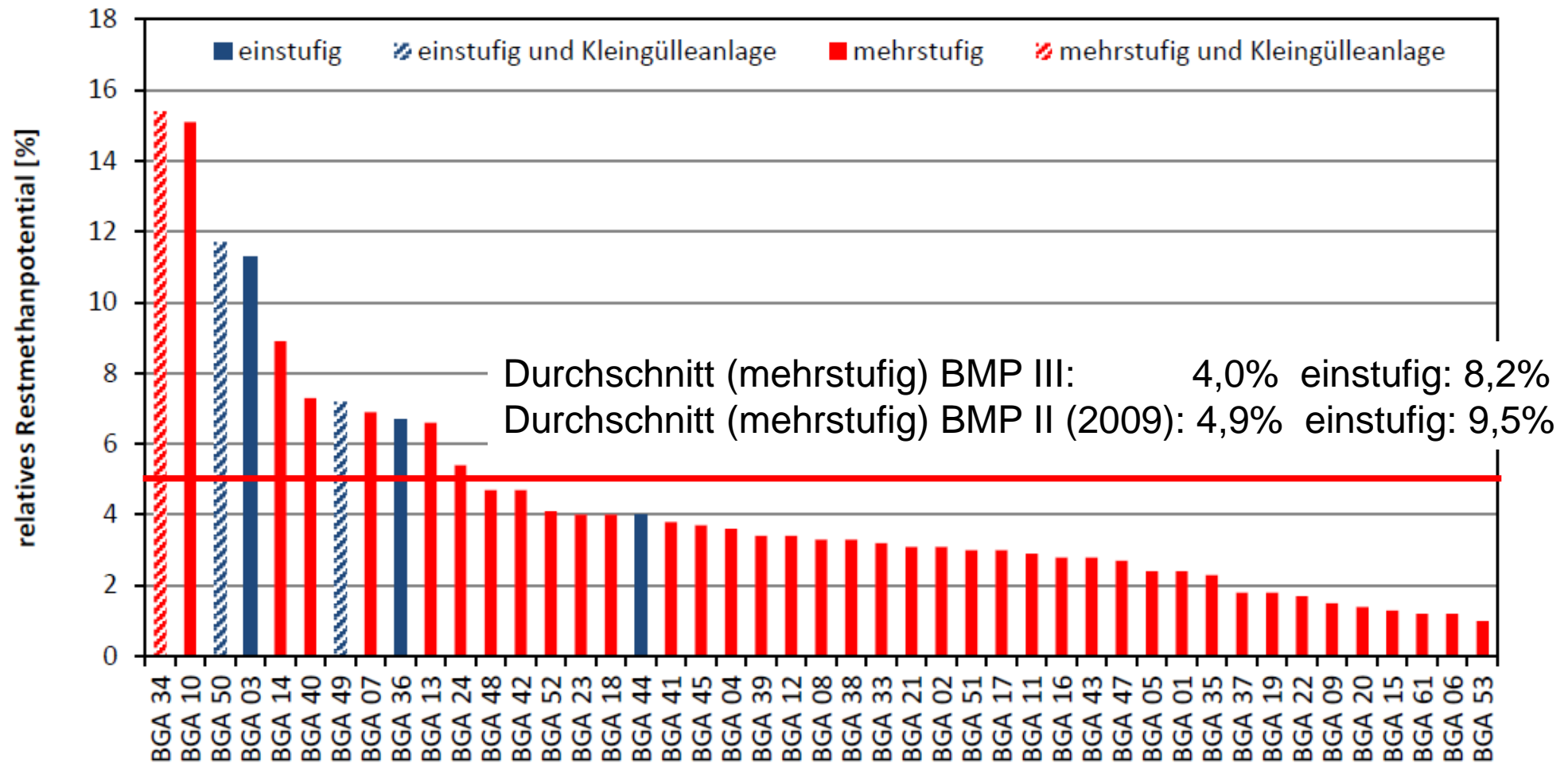
- Einträge Fütterungstagebuch
- Produzierte Strommenge

Potential Gärrest

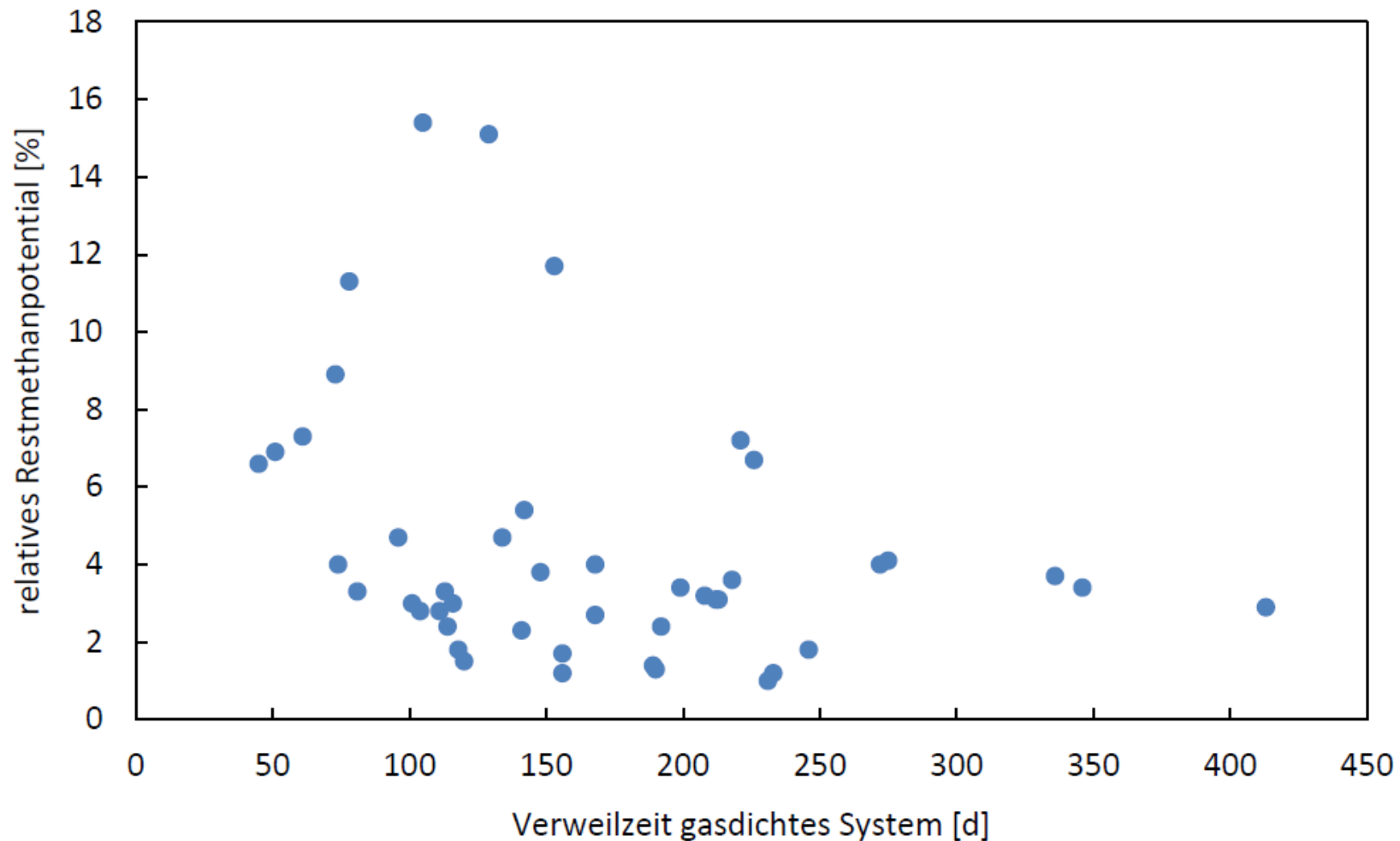
$$\text{rel. Restmethanpotential} = \frac{\sum_{dig\ g} \sum_{j=1}^{12} m_{dig,g,j} \cdot DM_{g,j} \cdot ODM_{g,j} \cdot SMP_{BMP,dig,g,j}}{\sum_{month\ j} V_{gas,j} \cdot x_{CH4,j}}$$

Produziertes Methanvolumen

Ergebnisse – rel. Restmethanpotential (37 °C, 60 Tage)



Ergebnisse – rel. Restmethanpotential (37 °C, 60 Tage)



Methoden – Methanausbeute

Monatliche Probennahme

- Substrat
- oTS-Bestimmung
- Methanpotential Biogasertragstest

Betriebsdaten

- Einträge Fütterungstagebuch
- Produzierte Strommenge

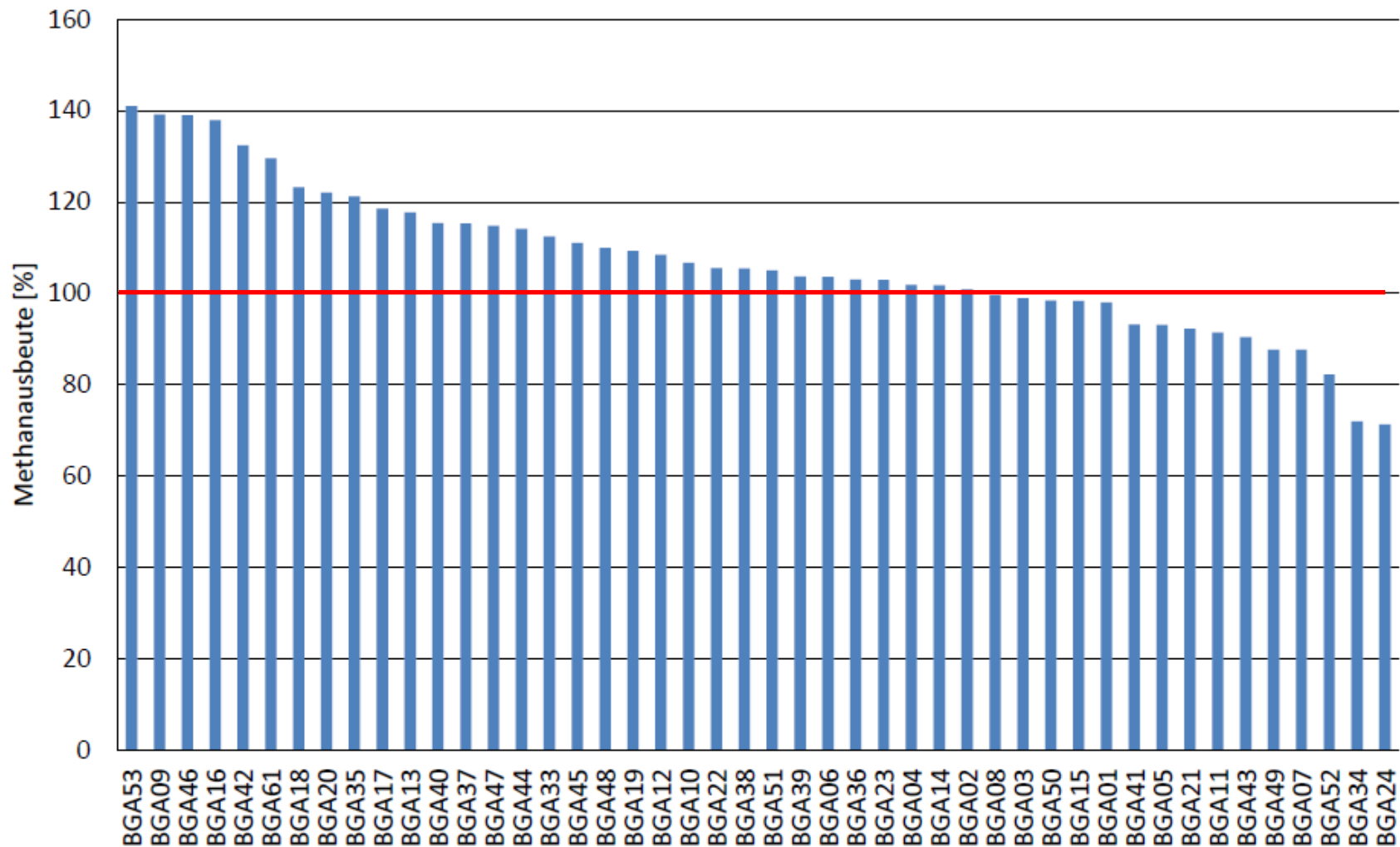


Produziertes Methanvolumen

$$\text{Methanausbeute} = \frac{\sum_{\text{month } j} V_{\text{gas},j} \cdot x_{\text{CH}_4,j}}{\sum_{\text{sub } i} \sum_{j=1}^{12} m_{\text{sub},i,j} \cdot \text{DM}_{i,j} \cdot \text{ODM}_{i,j} \cdot \text{SMP}_{\text{BMP},i}}$$

Potential Substrat

Ergebnisse – Effizienz Methanausbeute



Methoden – FoTS-Gehalt

Nach Weißbach et al. 2008

- Methanertrag $420 \text{ l}_{\text{CH}_4}/\text{kg je FoTS}$

Monatliche Probennahme

- Substrat
- FoTS-Bestimmung

Betriebsdaten

- Einträge Fütterungstagebuch
- Produzierte Strommenge

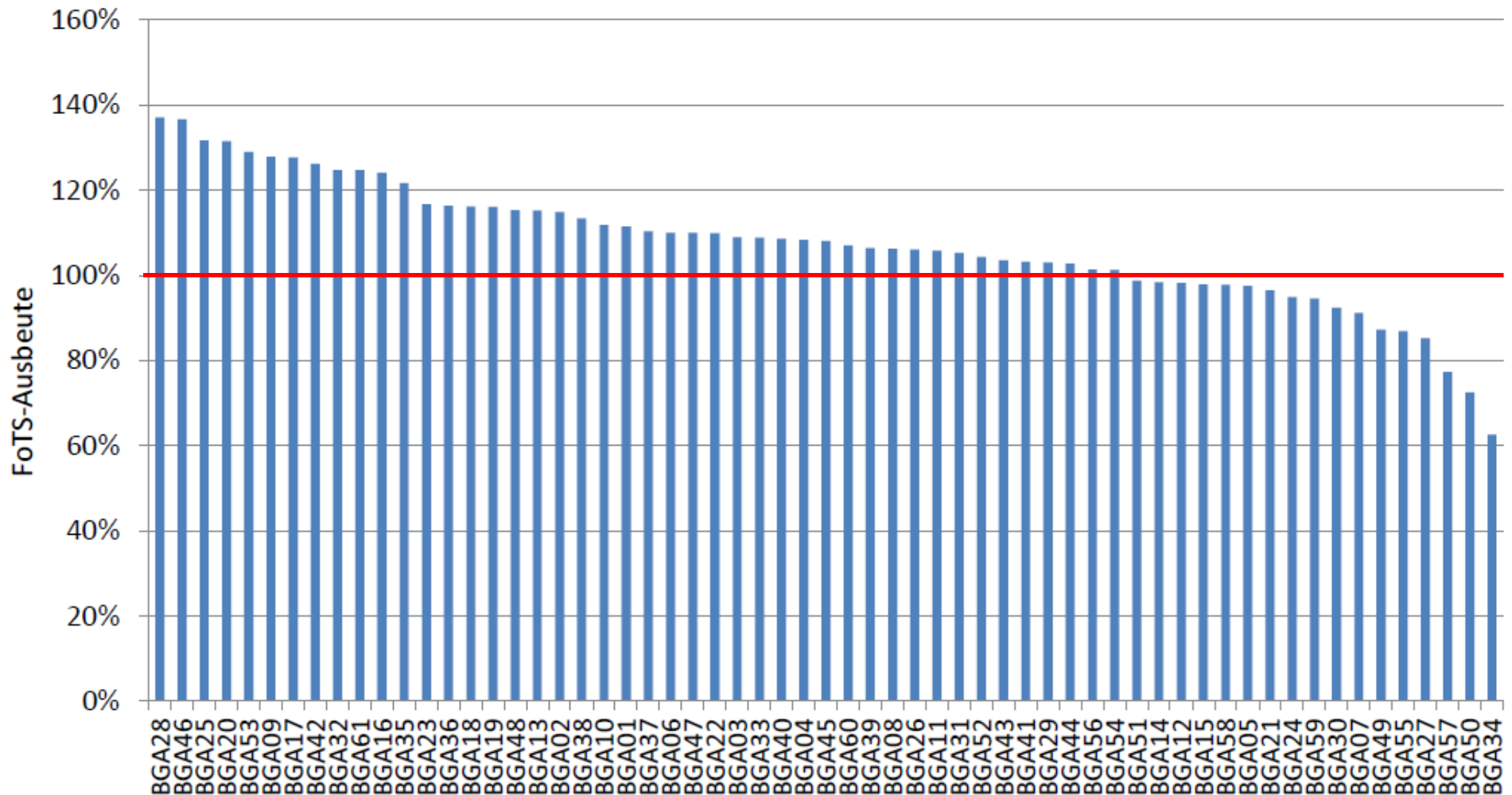


$$\text{FoTS – Ausbeute} = \frac{\sum_{\text{month } j} V_{\text{gas},j} \cdot x_{\text{CH}_4,j}}{\sum_{\text{sub } i} \sum_{j=1}^{12} m_{\text{sub},i,j} \cdot \text{DM}_{i,j} \cdot \text{FoTS}_{i,j} \cdot \text{SMP}_{\text{FoTS}}}$$

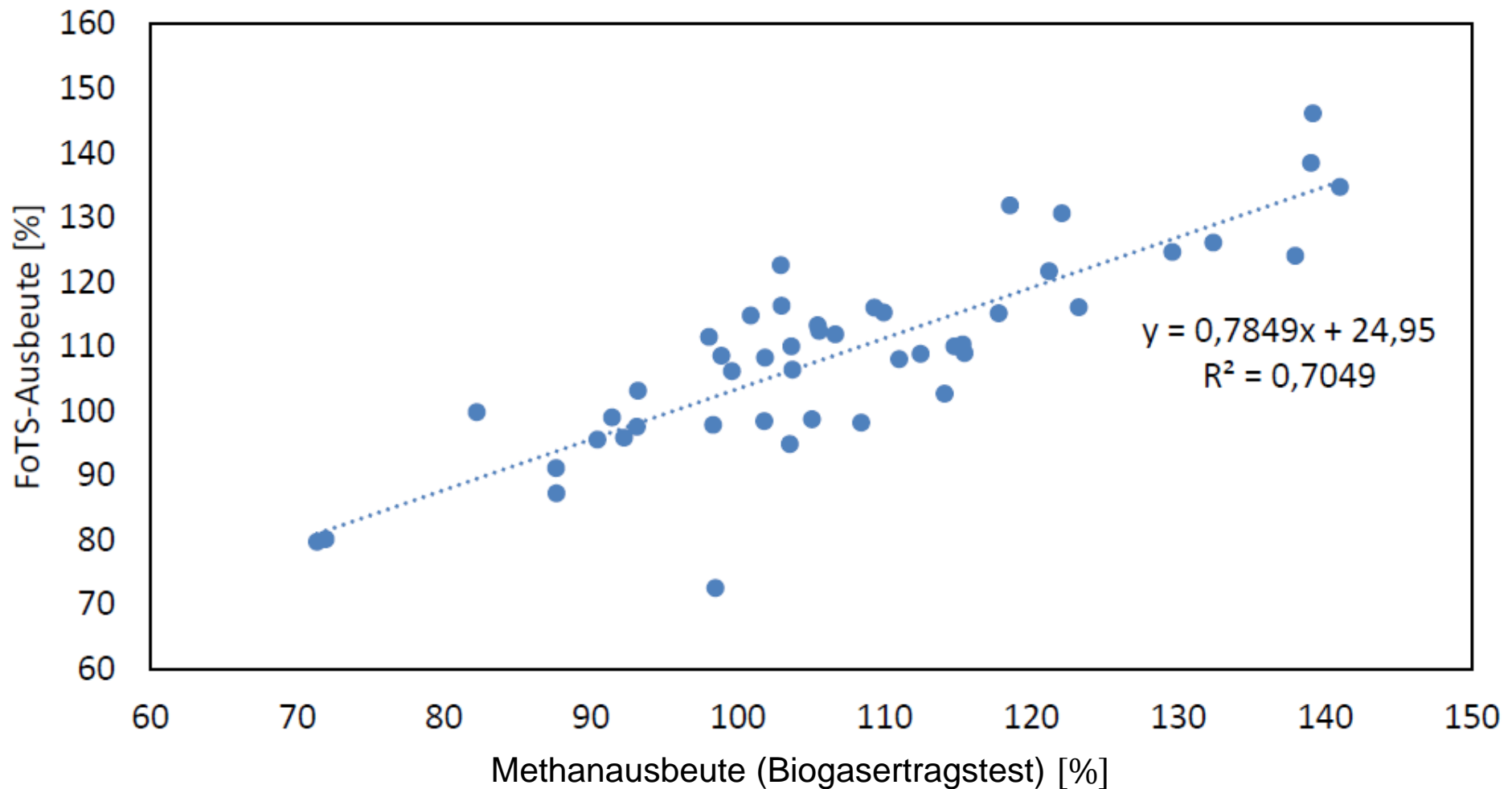
Produziertes Methanvolumen

FoTS-Substratpotential

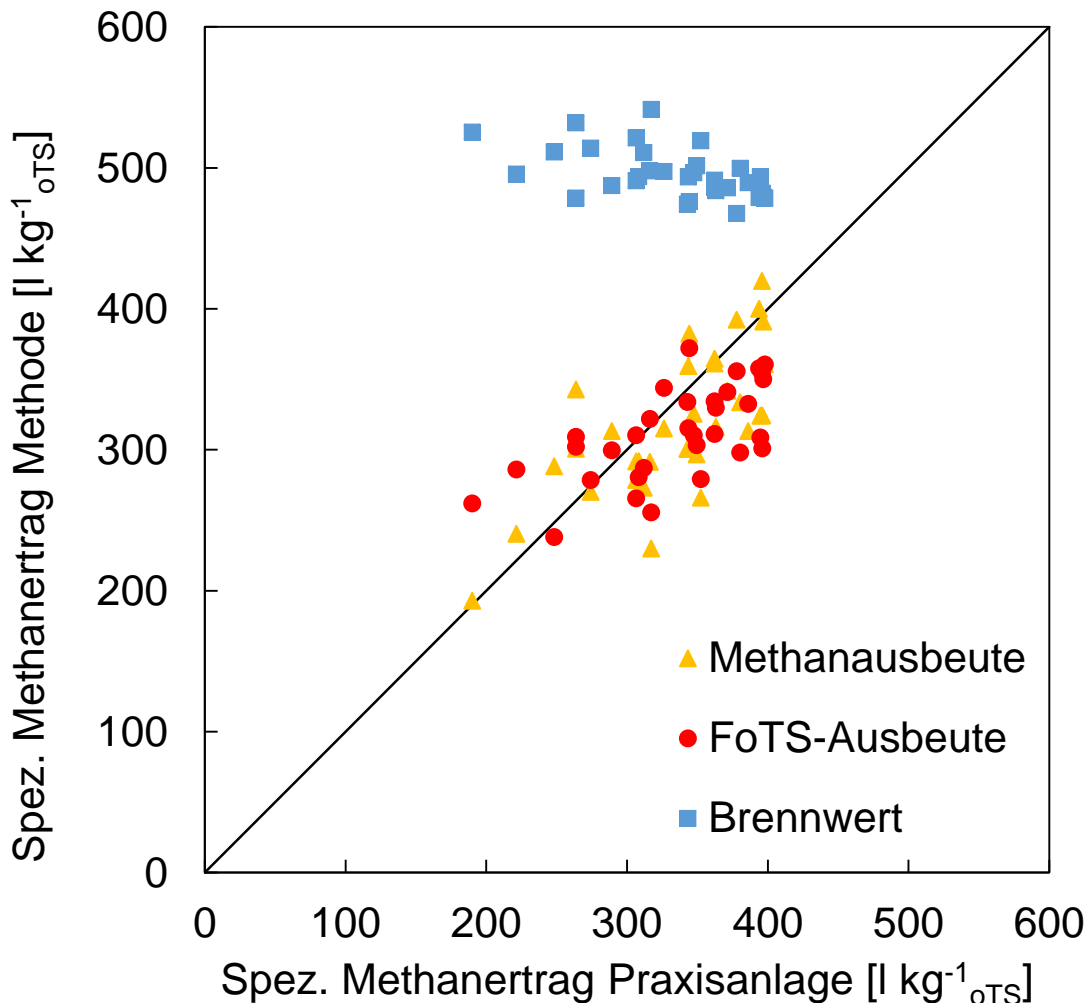
Ergebnisse – Effizienz FoTS-Ausbeute



Ergebnisse – Methodenvergleich



Ergebnisse - Methodenvergleich



Brennwert

- geringe Sensitivität

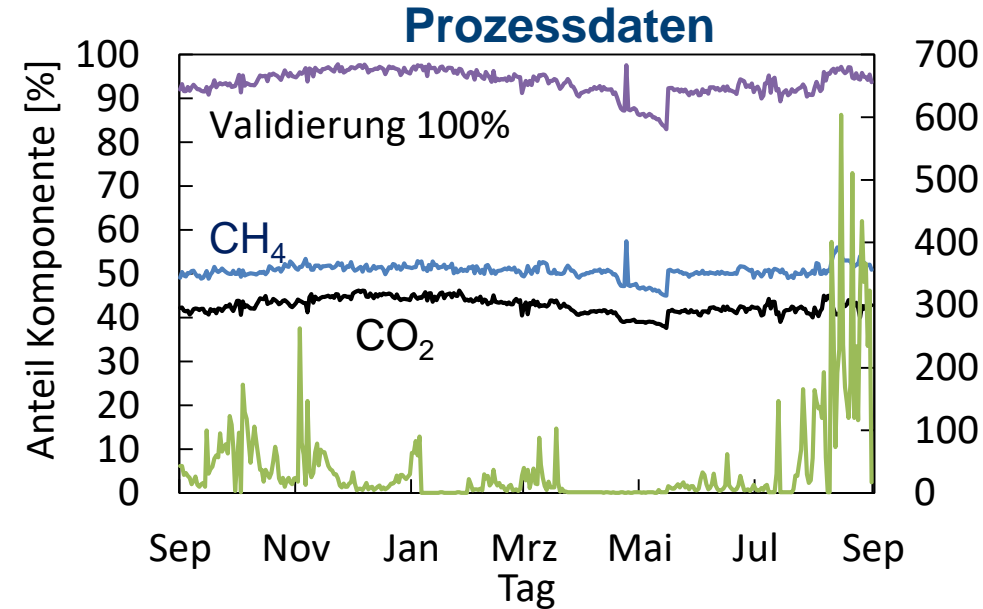
Methanausbeute und FoTS

- Hohe Sensitivität
- Anaerobe Abbaubarkeit wird abgebildet

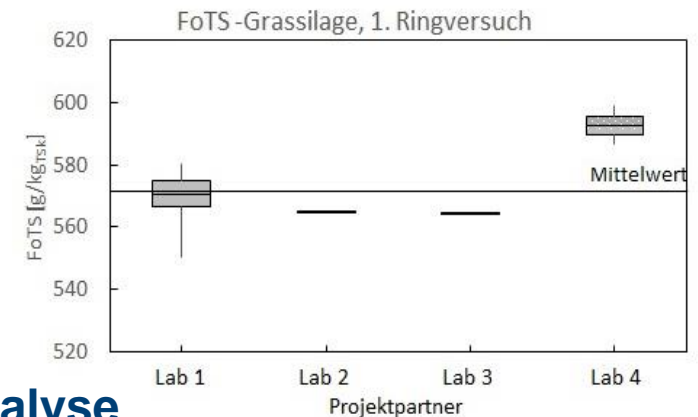
Ergebnisse – Einflussgrößen Genauigkeit Effizienzanalyse



Probennahme



Laboranalyse



Zusammenfassung

Effizienz BMP III höher als BMP II

Kleingülleanlagen mit geringerer Effizienz

oTS-Abbaugrad

- Substratabhängig?

Biogasertragstest und FoTS

- Qualität Messtechnik nicht ausreichend an Praxisanlagen
- scheinen das Methanpotential zu unterschätzen
- Investition in Messtechnik scheint sinnvoll
- Aussagekraft eingeschränkt
- Weiter Forschung notwendig

- FoTS für weitere Berechnungen



ENDE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Benedikt Hülsemann

Universität Hohenheim - Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie 740
Garbenstr. 9 | 70599 Stuttgart
Tel.: 0711 459 23371
E-Mail: Benedikt.Huelsemann@uni-hohenheim.de